



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



Uzaktan Enerji Tüketim Takip Sistemi

Ahmet Gökhan AKGÖZ

031411533

BİTİRME PROJESİ

BURSA 2019

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Uzaktan Enerji Tüketim Takip Sistemi

Ahmet Gökhan AKGÖZ

031411533

Projenin Danışmanı :

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi tez yazım kurallarına uygun olarak
hazırladığım bu Bitirme Projesi çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri, akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları, bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda, ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü üniversitemde veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Ahmet Gökhan Akgöz

Danışmanlığında hazırlanan Bitirme Projesi çalışması, tarafımdan kontrol edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Neyir Özcan Semerci

ÖZET

Enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve veri takibi sadece endüstriyel alanlarda değil hayatımızın her alanında önemli konular haline gelmiştir. İnternet ve mobil uygulamaların yaygınlaşmasıyla bilgiye ulaşmak için gereken uğraş da minimuma indirgenmiştir. Bu projeyi geliştirme amacım da insanların kullandığı enerjiyi takip etme, enerjiyi daha verimli kullanma ve tasarruf etmesine yardımcı olmaktır. Bu teknolojilerin yardımıyla geliştirdiğim projeyle birlikte kullanıcıların kullandıkları enerjiyi bulundukları noktadan daha kolay bir şekilde takip etmesiyle farkındalık oluşturmak amaçlanmaktadır.

ABSTRACT

Energy saving, energy efficiency and data tracking have become important issues in every aspect of our lives rather than only in industrial areas. With the spread of internet and mobile applications, the effort required to access information has been minimized. The goal of this project is to help people to follow the energy they use, to use energy more efficiently and to save money. The project I developed with the help of these technologies aims to raise awareness of users by following the energy they use more easily from everywhere they want.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2. 1. ÖLÇÜ ALETLERİ.....	2
2. 1. 1. ÖLÇMENİN ÖNEMİ.....	2
2. 1. 2. ELEKTRİKSEL ÖLÇÜ ALETLERİNİN TANITILMASI.....	2
2. 1. 2. 1. YAPISINA GÖRE ÖLÇÜ ALETLERİ.....	3
2. 1. 3. DİJİTAL ÖLÇÜ ALETLERİNİN GENEL TANIMI.....	4
2. 2. AKIM TRANSFORMATÖRLERİ.....	5
2.2.1.AKIM TRANSFORMATÖRLERİNİN YAPISI	6
2.2.2.AKIM TRANSFORMATÖRÜ PRENSİP ŞEKLİ.....	7
2.2.3. KULLANMA AMAÇLARI.....	7
2.2.4.ÖZELLİKLERİ.....	7
2.2.5.KULLANILDIĞI GERİLİME GÖRE ÇEŞİTLERİ.....	8
2.2.5.1. AG AKIM TRANSFORMATÖRLERİ.....	8
2.2.5.2. OG AKIM TRANSFORMATÖRLERİ.....	9

2.2.6.SOĞUTMA ŞEKLİNE GÖRE ÇEŞİTLERİ.....	9
2.2.6.1. YAĞLI TİP.....	9
2.2.6.2. KURU TİP.....	9
2. 3. GÜÇ FAKTÖRÜ.....	10
2.4. KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİSİ.....	12
2.4.1. ÇALIŞMA ŞEKLİ.....	12
2. 4. 2. KABLOSUZ AĞA GEÇMENİN YARARLARI.....	14
2.4.3. KABLOSUZ AĞIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI.....	15
2.5. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT).....	15
2.5.1. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) FAYDALARI.....	16
2.5.2. NESNELERİN İNTERNETİ VE BÜYÜK VERİ.....	17
2.5.3. THINGSPEAK.....	18
2.6. MOBİL UYGULAMA.....	18
2.7. ENDÜSTRİDE KULLANILAN ENERJİ TAKİP SİSTEMLERİ.....	19
2.7.1. SMARTPOWER ENERJİ TAKİP SİSTEMİ.....	19
2.7.2. PLC DESTEKLİ SCADA İLE ENERJİ YÖNETİMİ.....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3. 1. MALZEMELER.....	23
3. 1. 1. ARDUİNO.....	23
3. 1. 1. 1. ARDUİNO UNO.....	23
3. 1. 2. PZEM-004T ÖLÇÜM MODÜLÜ.....	24
3. 1. 3. ESP-8266 WIFI MODÜLÜ.....	25

Sayfa No

3. 1. 4. 220V AC TO 12V DC DÖNÜŞTÜRÜCÜ.....	27
3. 2. KULLANILAN YAZILIMLAR.....	28
3. 2. 1. JAVASCRIPT.....	28
3. 2. 2. BLOCKLY.....	29
4. SONUÇ.....	31
4. 1. SİSTEM TASARIMIN SONUÇLANDIRILMASI VE BAĞLANTILARIN YAPILMASI.....	31
4. 2. MİKRODENETLEYİCİ YAZILIMI VE VERİLERİN İNTERNET ORTAMINA AKTARILMASI.....	32
4. 3. VERİLERİN MOBİL UYGULAMAYA AKTARILMASI VE ARAYÜZ TASARIMI.....	33
4. 4. MALİYET HESABI.....	34
5. TARTIŞMA.....	35
5.1. KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE OLASI ÇÖZÜMLER.....	35
6.EKLER.....	36
7.KAYNAKLAR.....	43
8.ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1 - Tipik elektrik ölçü aletleri.....	3
Şekil 2.2 - Dijital ölçü aletleri.....	4
Şekil 2.3 - Akım transformatörlerinin sembolleri.....	6
Şekil 2.4 - Akım transformatörünün yapısı.....	6
Şekil 2.5 - Akım transformatörünün prensip şekli.....	7
Şekil 2.6 - AG akım transformatörleri (barasız ve baralı tip).....	8
Şekil 2.7 - OG akım transformatörleri.....	9
Şekil 2.8 - Reçine kalıbına yerleştirilmiş bir gerilim transformatörü.....	10
Şekil 2.9 - Güç üçgeni ve güç katsayısı formülü.....	11
Şekil 2.10 – Multimetre ve haberleşme modülü.....	21
Şekil 2.11 – PLC destekli deney düzeneği.....	22
Şekil 3.1. – Arduino uno.....	24
Şekil 3.2. – Güç ölçüm modülü ve akım transformatörü.....	25
Şekil 3.3. – Esp8266 Wi-fi modülü.....	26
Şekil 3.4 – Dönüştürücü devre şeması.....	28
Şekil 3.5 – Blockly blok kodlama örneği.....	30
Şekil 4.1 – Sistem devre şeması.....	31
Şekil 4.2 – Sunucudaki verilerin grafik gösterimi.....	32
Şekil 4.3 – Uygulama arayüzü.....	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1 – PZEM-004T Teknik özellik tablosu.....	25
Tablo 3.2 – JavaScript ve Java arasındaki farklar.....	29
Tablo 4.1 – Maliyet hesap tablosu.....	34

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Enerji tasarrufu, üretimde, konforumuzda ve iş gücümüzde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır. Enerjinin fazla kullanılması sonucunda doğal kaynaklar hızla tükeniyor, çevre kirleniyor ve maliyetler artıyor. Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınma için temel girdilerden birisi durumundadır. Artan nüfus, şehirleşme ve sanayileşmeye paralel olarak enerji tüketimi kaçınılmaz bir şekilde büyümektedir. Enerjinin en tasarruflu ve verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

İnternet yaşantımızı elektrik, matbaa, telefon kadar değiştirdi. Yalnızca bir iletişim aracı değil, bir çoğumuz için günlük hayatın bir parçası haline geldi. Bu teknoloji yardımıyla pek çok konuyla ilgili bilgiye kolay, hızlı ve güvenli bir şekilde erişilebilmektedir.

Son yıllarda internetin hayatımızın her noktasında olması ve iş yapma alışkanlıklarımızı önemli derecede değiştirmesinin sonucu olarak “Nesnelerin İnterneti(IoT)” kavramı hayatımıza girmiştir. Nesnelerin interneti ile tasarruf ve verimlilik artacak ve bu durum doğrudan ve dolaylı olarak maliyetlerin düşmesine neden olacaktır. Daha düzenli ve sağlıklı veri üretimi gerçekleşecektir. Düzenli ve sağlıklı veri ile gelişim ve ilerleme hızlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı enerji tüketimini takip etmek isteyen veya tasarruf yapmak için veri toplamak isteyen kullanıcılara ekonomik ve veriye ulaşımın kolay olduğu bir sistem tasarlamaktır. Bu sistem sayesinde endüstriyel çözümlere ihtiyaç duymadan daha kompakt bir tasarım ile enerji takibi yapılması amaçlanmaktadır.

Son yıllarda enerji maliyetlerinin yükselmesiyle birlikte tasarruf ve enerjinin verimli kullanılması çok önemli bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda sadece ticari işletmelerin değil evlerdeki enerji tüketimini takip etmek kaçınılmaz olmuştur. Bu sistem ile beraber hem ev hem de ticari işletmelerin ortak ihtiyaçlarına göre bir uzaktan enerji tüketim takip sistemi tasarlanmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Ölçü Aletleri

2.1.1. Ölçmenin Önemi

Ölçme, bugün gündelik hayatımızda çokça kullandığımız bir işlem olup uzunluğu metre, ağırlığı kilogram, sıcaklığı santigrat ve sıvı hacimlerini litre ile ölçmekteyiz. Herhangi bir uzunluk miktarı ölçülürken dünyada herkes tarafından kabul edilen 1 metrelik uzunluğun ölçülecek uzunluk içerisinde ne kadar bulunduğunun karşılaştırılması yapılır. Diğer tüm ölçme işlemlerinde mantık aynıdır. Günlük hayatta ölçüm yapmak ve herhangi bir büyüklüğü, o büyüklüğün birimi ile karşılaştırmak işlemi ile farkında olarak veya olmadan çoğu kez karşılaşp ölçme yapmadan birçok işlemlerimizi sonuçlandıramamaktayız. Alacağımız ürünü standart birimi ile karşılaştırıp miktarını ve fiyatını tespit etme ihtiyacı, ölçme işlemini zorunlu kılan bir faktördür. Elektriksel büyüklüklerinin ölçülmesi, yani kendi birimi ile karşılaştırmasını da zorunlu kılan faktörler mevcuttur. Bunlar: Harcanan elektrik enerjisini ölçmek, alıcının çalışma standartlarına uygun elektriksel büyüklükler ile çalışıp çalışmadığını kontrol ederek sürekli ve kesintisiz çalışmayı sağlamak, ölçülen elektriksel büyüklüğün değerine göre istenmeyen durumlar için önlem almak, elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak, devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak ve enerji olup olmadığını kontrol etmek bu zorunluluğu meydana getiren faktörlerden bazılarıdır. Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde, her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi, elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır.[1]

2.1.2. Elektriksel Ölçü Aletlerinin Tanıtılması

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri çok çeşitli tip ve modellerde olmasına karşılık, (Şekil 2.1) bazı ortak özellikleri yönü ile aynı çatı altında

gruplandırılabilirler. Bu gruplandırmalar, ölçtüğü büyüklüğün doğruluk derecesine göre, ölçü aletlerinin gösterme şekline göre ve kullanma yerine göre yapılmaktadır. [2]



Şekil 2.1: Tipik elektrik ölçü aletleri

2.1.2.1. Yapısına Göre Ölçü Aletleri

Yapısına göre elektriksel ölçü aletleri, kendi aralarında ikiye ayrılır. Bunlar analog ölçü aletleri ve dijital ölçü aletleridir. Şimdi bunları sırası ile inceleyelim.

- Analog Ölçü Aletleri

Ölçtüğü değeri skala taksimatı üzerinden ibre ile gösteren ölçü aletleridir. Analog ölçü aletleri çok değişik yapı ve skala taksimatlarına sahip olarak imal edilirler. Bu ölçü aletlerinde değer okumak daha zor gibi görünse de analog ölçü aletleri daha hassas ölçümlere olanak sağlarlar.

- Dijital Ölçü Aletleri

Ölçtüğü değeri dijital bir gösterge de sayılarla gösteren ölçü aletleridir. Bu ölçü aletlerinin kullanımı kolay olup özellikleri analog ölçü aletlerine göre daha fazladır. Günümüzde dijital ölçü aletleri ile ayarlanan değer aşıldığında sinyal alma,

ölçülen değerlerin bilgisayar ortamına taşınması ve kullanılması gibi ilave işlemler yapılabilmekte olup yeni özellik ve nitelikler ilave edilerek geliştirilen ölçü aletleridir (Şekil 2.2). [2]



Şekil 2.2: Dijital ölçü aletleri

2.1.3. Dijital Ölçü Aletlerinin Genel Tanımı

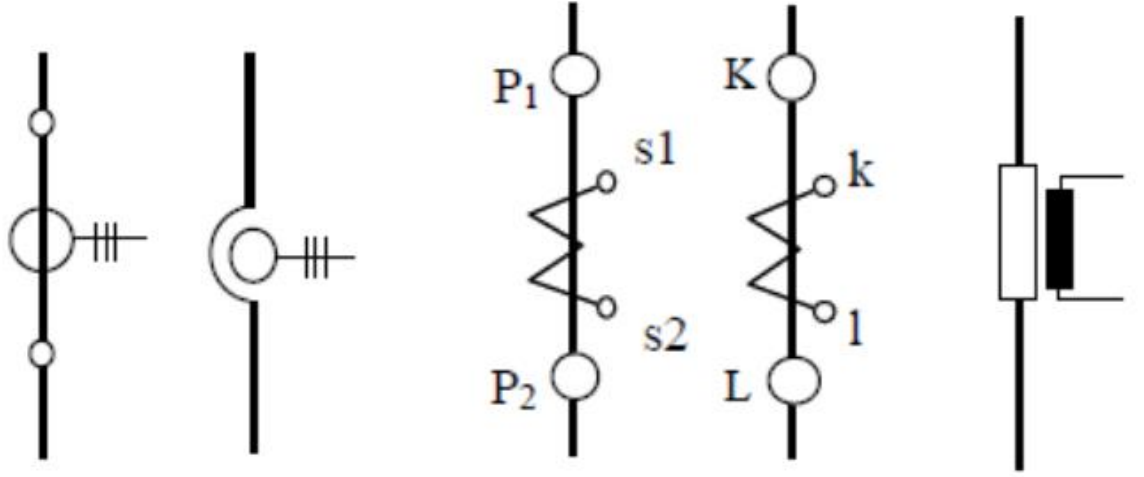
Analog ölçü aletleri ile yapılan ölçümde ibre sapmasıyla ibrenin skala taksimatı üzerinde gösterdiği değer ölçülen değerdir. Ölçülen değer okunması sırasında okuma tekniğini yeterince bilmemekten kaynaklanan okuma hatası yapılabilir. Ancak, günümüzde üretilen dijital ölçü aletleri ile yapılan ölçümlerde daha kolay sonuç alınabilmekte ve okuma hatasından kaynaklanan hatalar söz konusu olmamaktadır. Dijital ölçü aletleri, ölçtüğü değeri ayrıntılı olarak ast ve üst katlarını belirterek sayısal olarak ölçebilmektedir. Dijital ölçü aletleri aynen analog ölçü aletlerinde olduğu gibi tek büyüklüğü ölçmek için ampermetre, voltmetre, wattmetre vb. şeklinde yapılmaktadır. Aynı zamanda birden fazla büyüklüğü ölçmek ve değişik test işlemlerini yapmak için de dijital multimetreler yapılmaktadır. Dijital multimetreler ile akım, gerilim, direnç ve endüktans ölçümlerinin yanı sıra frekans, diyot kontrol, sıcaklık, transistör α ya da β akım kazancı vb. değerler de ölçen dijital ölçü aletleri üretilmektedir. Bu yüzden bu ölçü aletlerine, çok sayıda büyüklük ölçtüğünden multimetre denmektedir. Günümüzde dijital multimetrelerde ölçülecek büyüklüğe uygun kademe seçme şartı ortadan kalkmıştır. Bu

multimetreler ile akım ölçülecekse kademe anahtarı akım bölümüne getirildiğinde multimetre mikro amper seviyesinden amper seviyesine kadar olan akım değerlerinin hepsini kademe seçimi yapmadan ölçebilmektedir.

Analog ve dijital ölçü aletlerinin birbirlerine göre bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Analog ölçü aletleri ölçtüğü değeri hemen gösterirken dijital ölçü aletlerinde bu süre biraz uzamaktadır. Analog ölçü aletlerinde özellikle küçük değerlerde kademe küçültülerek daha hassas ölçüm yapılabilirken dijital ölçü aletlerinde hassasiyet değişmez, yani analog ölçü aletleri ile daha hassas ölçümler yapılabilir. Analog ölçü aletlerinin yapısı basit, tamiri kolayken dijital ölçü aletlerinin yapısı daha karmaşıktır. Buna karşılık analog ölçü aletlerinde ibrenin gösterdiği değer ile kademe anahtarının konumuna göre hesaplama gerekebilir. Dijital ölçü aletlerinde okuma hatası yapmak mümkün değildir. Çünkü, ölçüm değeri direkt olarak okunan değerdir. Manyetik alandan etkilenmez. Ölçme hataları analoglara göre daha azdır. [2]

2.2. Akım Transformatörleri

Bağlı oldukları devreden geçen akımı, istenen oranda küçülterek bu akımla sekonder terminallere bağlı aletleri besleyen ve onları yüksek gerilimden izole eden özel trafolar, akım transformatörleri denilir. Akım Trafoları "primer" dediğimiz esas devreden geçen akımı, manyetik bir kuplaj ile küçülterek "sekonder" dediğimiz ikincil devreye ve bu devreye bağlı cihazlara aktarır. Bunun sonucunda; — Cihazların büyük akımlar ile zorlanması, — OG ve YG devrelerinde, cihazların büyük gerilimler ile zorlanması önlenmiş olur. Akım transformatörü şekil 2.3' deki sembollerle gösterilir. [2]

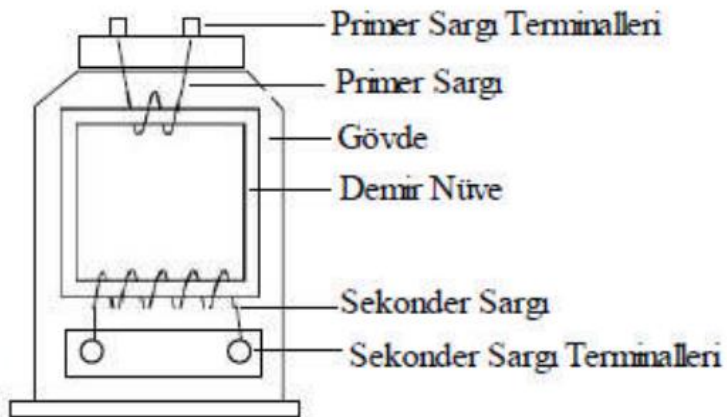


Şekil 2.3: Akım transformatörlerinin sembolleri

2.2.1. Akım Transformatörlerinin Yapısı

Akım transformatörleri (Şekil 2.4) şu kısımlardan oluşur;

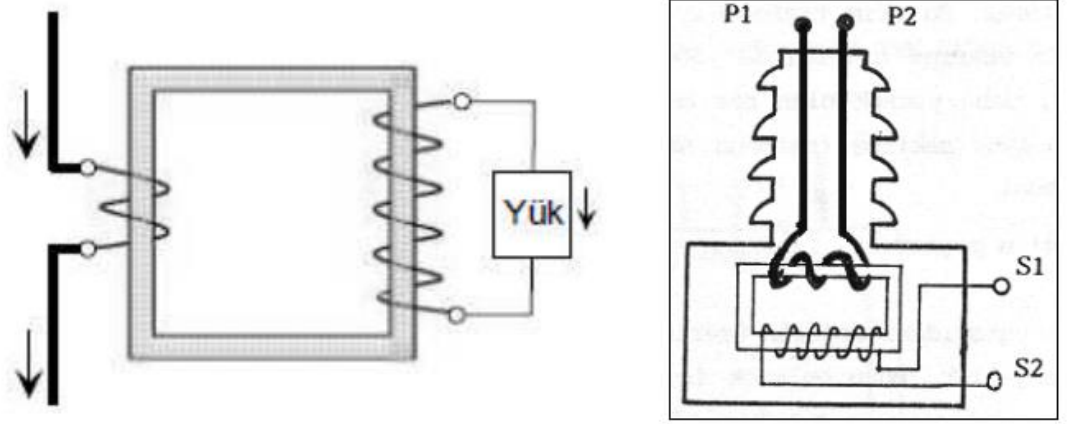
- Primer sargı ve terminalleri
- Sekonder sargı ve terminalleri
- Manyetik nüve ve gövde



Şekil 2.4: Akım transformatörünün yapısı

2.2.2. Akım Transformatörü Prensip Şekli

Akım transformatörleri, çalışma ve parçaları bakımından trafolarla çok benzerdir. Fakat akım transformatörleri, sekonderi kısa devre çalışan ve sekonder çıkış akımı belirli oranda (ölçme ve koruma röleleri için) sınırlandırılmış özel bir trafodur. Çalışma prensibi şekil 2.5’de gösterilmiştir. [2]



Şekil 2.5: Akım transformatörünün prensip şekli

2.2.3. Kullanma Amaçları

Akım transformatörlerinin kullanma amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Ölçü aletlerini ve koruma rölelerini primer geriliminden izole eder, güvenli çalışmaya imkân sağlar. → Değişik primer değerlerine karşılık, standart sekonder değerler elde edilir.
- Ölçü transformatörlerinin kullanılması, ölçü aletlerinin ve rölelerin küçük boyutlu imal edilmesine imkân verir. Büyük akımlar ölçmede daha ekonomik bir çözümdür. [2]

2.2.4. Özellikleri

Akım transformatörlerinin en önemli özellikleri şunlardır:

- Primer devresinden geçen akımı, dönüştürme oranına göre sekonder devreye aktarır.
- Primer sargıları kalın ve az sarımlı veya sadece baradan oluşur. → Sekonder sargıları ise ince telli ve çok sarımlıdır.
- Akım transformatörlerinin bazı ölçü aletleri ile bağlantısında polaritesi önemlidir.
- Aynı akım transformatörü ile birkaç ölçü aleti kullanılabilir.
- Akım transformatörlerinin, ölçme hassasiyetlerine göre sınıfları: 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1 ve 3 olmak üzere sınıflandırılır.
- Koruma devrelerinde 3 sınıfı, sayaçlarda 0,2 - 0,5 sınıfı, ölçü aletlerinde 1 sınıfı akım transformatörleri kullanılır.
- Akım transformatörlerinin sekonder ucu mutlaka topraklanmalıdır. [2]

2.2.5. Kullanıldığı Gerilime Göre Çeşitleri

2.2.5.1. AG Akım Transformatörleri

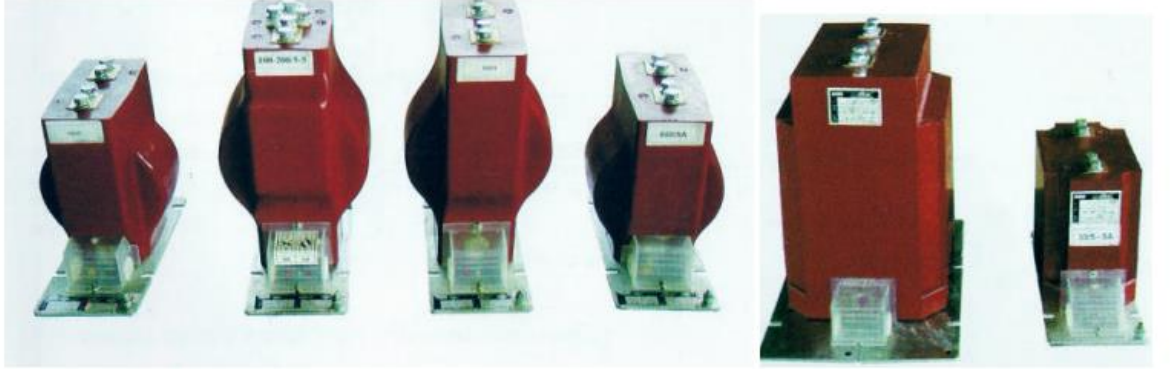
Alçak gerilim şebekelerinde kullanılan akım trafolarıdır(Şekil 2.6). Dağıtım transformatörü çıkışı fazlar arası 400 V olan gerilimdir. Bu gerilim ile çalışan iş yerleri ve fabrikalarda kullanılan akım trafolarıdır. Alçak gerilimde kuru tip akım transformatörleri kullanılır. [2]



Şekil 2.6: AG akım transformatörleri (barasız ve baralı tip)

2.2.5.2. OG Akım Transformatörleri

Alçak gerilim şebekeleriyle yüksek gerilim şebekeleri arasında köprü görevi yapan orta gerilim şebekeleridir. Enerji iletiminde en çok kullanım alanına sahip şebekelerdir. Ülkemizde 3-36 kV kadar olan şebekelerdir. Bu şebekelerde kullanılan akım transformatörleri kuru tip akım trafolarıdır. Şekil 2.7’de örnekleri gösterilmiştir. [2]



Şekil 2.7: OG akım transformatörleri

2.2.6. Soğutma Şekline Göre Çeşitleri

2.2.6.1. Yağlı Tip

Bu tip akım transformatörlerinde yalıtkanlığı genellikle izolasyon yağı sağlar. Kuru tip akım transformatörlerine göre, terleme veya yağ sızıntısı yapmak suretiyle kirlenme gibi kötü özellikleri vardır. Yüksek gerilimde kullanılan akım transformatörleri yağlı tip transformatörlerdir. [2]

2.2.6.2 Kuru Tip

Akım transformatörlerinin iletken kısımları birbirinden ve şasesden katı yalıtkan malzemelerle yalıtılmışlardır. Bu tip trafolarla yalıtım maddesi olarak zift, kâğıt, reçine ve vb. malzemeler kullanılmaktadır. Genellikle alçak gerilimde kullanılan akım transformatörleri kuru tip olarak yapılırlar. Ekonomik bakımdan ucuz, ancak herhangi bir

arızada tamirleri zordur. Aşağıda (Şekil 2.8) sargıları sarılmış, izolasyon maddesi dökülmemiş olan kuru tip bir gerilim transformatörü görülmektedir. Akım ve gerilim transformatörlerinin yalıtımları aynı prensip ile yapılır. [2]

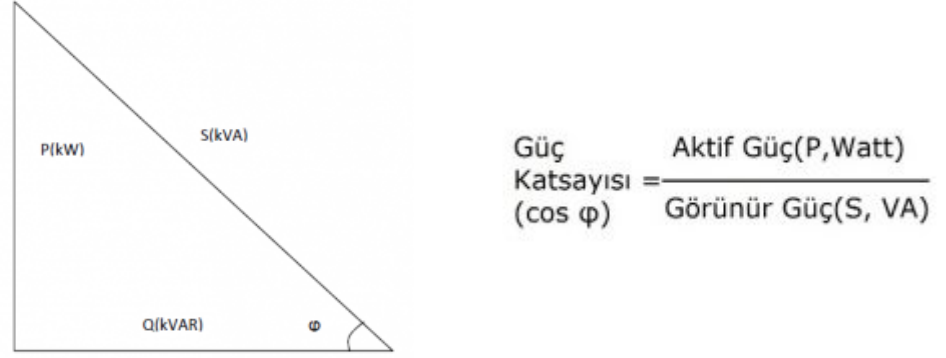


Şekil 2.8: Reçine kalıbına yerleştirilmiş bir gerilim transformatörü

2.3. Güç faktörü

Günümüzde, sürekli artan elektrik enerjisini etkili, kaliteli, verimli ve düşük maliyetli bir şekilde kullanmak ve bunu gerçekleştirmenin en önemli yönteminin ise “Kompanzasyon” olduğunu söyleyebiliriz. Kompanzasyonda elektrik enerjisinin verim ve kalitesinin ne derece efektif kullanıldığının ölçütü güç faktörüdür. Güç faktörü ne kadar büyükse elektrik enerjisi de o kadar verimli kullanılıyor demektir.

Tüketici tarafından şebekeden çekilen güçler reaktif güç, aktif güç ve görünür güç olmak üzere üç çeşittir. Bu güçler gerilim ve akım arasındaki ϕ açısına göre değişmektedir. Şekil 2.9’da güç üçgeni gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Güç Üçgeni ve Güç katsayısı formülü

Bazen zahiri güç olarak da nitelendirilen görünür gücün aktif güce oranına güç faktörü denir. Güç faktörü, yukarıdaki formülde de görüleceği üzere görünür güç ile aktif güç arasındaki ϕ açısının kosinüsü olarak hesaplanır. 0 ile 1 arasında değişim gösteren güç faktörünün 1’e eşit olması durumunda $\text{Cos}\phi$ açısı sıfıra eşit olmuş olacak ve sarfedilen enerjinin tümü aktif enerjiden oluşacaktır. Güç faktörü sanayilerde, işletmelerde, ticarethanelerde, atölyelerde vs diğer benzeri tüm tesislerde kullanılan makine ve cihazatlara bağlı olarak rakamsal olarak değişiklik göstermesinin yanında güç faktörü cihazların anlık veya sürekli yüklenme oranlarına göre de değişebilmektedir.

Yukarıda ifade edildiği gibi ve formüllerde görüleceği üzere aktif güç hesaplaması yaparken aktif güç $\text{Cos}\phi$ ile çarpılır. Bu nedenle $\text{Cos}\phi$ ’ye güç katsayısı denilmektedir. Güç katsayısı değerinin yani $\text{Cos}\phi$ değerinin 0,95 ile 1 arasında tutulması zorunludur. Aksi halde $\text{Cos}\phi$ değerinin 0,95-1 aralığında olmaması durumunda tüketiciler tükettikleri reaktif enerji veya güç için cezai ücret ödemek zorundadırlar. Bu nedenle $\text{Cos}\phi$ yani güç katsayısı mutlak surette düzeltilmeli ve sürekli takibi yapılarak istenilen ve belirtilen optimum seviyede tutulmalıdır.[3]

2.4. Kablosuz Ağ Teknolojisi

İşiniz kalıcı olarak ofisten konferans salonuna, depo katına, arabaya, eve, havaalanına, otele ve kafeteryaya taşındı. Bu özgürlükten faydalanmak için küçük işletmeler, çalışanları, müşterileri ve iş ortaklarıyla iletişimlerini kesmemek için kablosuz ağları ve WiFi kapsama alanlarını kullanmaktadır. Kablosuz yerel ağ (LAN), bilgisayarlarınızı teller veya kablolar olmadan bağlamanıza olanak tanır. Kablosuz ağ, belirli bir alan içindeki mobil cihazların bağlanmasını ve iletişim kurmasını sağlamak için radyo dalgalarını kullanarak bunu kolaylaştırır. [4]

2.4.1. Çalışma Şekli

Kablosuz ağ bağlantı noktaları aslında bildiğimiz router modemlerle aynı şekilde çalışırlar ve küçük radyo dalgaları üreten sistemlerdir. WiFi standartları çeşit ve özelliklerine göre 802.11a, b,g ve n olarak ayrılmışlardır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı 802.11b'dir ve 2.4Ghz'lik yayılma aralığına sahiptir. Ancak 802.11b ile en fazla 11 Megabit'lik bağlantı kurabilmek mümkündür. Oysa 802.11g ile saniyede 54 Mbit, 802.11n ile 140 Mbit'lik hızlara ulaşmak mümkündür.

Günümüzde dizüstü bilgisayarların tamamına yakını üzerlerinde entegre Wi-Fi alıcıları bulundurulur. Bulunmayanlar ise PCMCIA kartlarla bu özelliği kolayca kazanabilirler. Kablosuz ağ sistemleri radyo frekansları ile çalışmaktadırlar. Radyo dalgaları ile haberleşme üç çeşit olabilmektedir. Bunlar alıcı(receiver), verici(transmitter) ve alıcı-verici(trans-receiver) olarak adlandırılırlar. Bunlardan kısaca bahsetmek gerekirse;

Alıcılar: Adından da anlaşılacağı üzere sadece radyo sinyallerini alabilen fakat gönderme özelliği barındırmayan aygıtlardır. Bunlara en basit örnek olarak FM radyoları ve televizyonları gösterebiliriz.

Vericiler: Sadece radyo sinyalleri gönderebilen ama alma yetkileri olmayanelektronik devrelerdir. Bunlara örnek olarak radyo verici istasyonları,televizyon vericiistasyonlar vb.sayılabılır

Alıcı-Vericiler:Hem alma hem verme özellikleri olan aygıtlardır. Bunlara örnek olarak telsiz röleleri, cep telefonu baz istasyonları, cep telefonları vb. sayılabilir.İletişim anlamında bilinmesi gereken bir diğer konu ise iletim yönüdür. İletim yönleri üçe ayrılır:

- Tek Yönlü İletim(Simplex): Kurulan iletim sistemin de iletimin sadece bir yöne yapılabildiği zaman aldığı addır. Örnek olarak FM radyolar gösterilebilir.
- Çift Yönlü Eş Zamansız İletişim(Yarı-Dupleks, Half-Duplex): Kurulan iletim sisteminde çift yönlü iletim yapılabildiği ancak eş zamanlı olarak sadece bir tarafın gönderim yapabildiği sistemlerdir. Örnek olarak Telsiz uygulamaları gösterilebilir. Bilgi sistemlerinde kullanılan radyo frekansı ile çalışan kablosuz iletişim sistemleri genelde bu tiptedir. Örneğin IEEE 802.11g standardı 54 Mbps'de Yarı-Dupleks iletim imkanı sunar.
- Çift Yönlü Eş Zamanlı İletişim (Tam-Dupleks,Full-Duplex): Hem alıcı hem vericinin eşzamanlı iletim yapabildiği zaman aldığı isimdir. Örnek olarak cep telefonları, telsiztelefonlar gösterilebilir.Şehrin üzerinde bağlantı noktaları arasında kusursuz bir ağ oluşturulur.Busayedetrende,arabada, parkta, cafelerde, restaurantlarda vb. birçok yerde özgürce internete bağlanabilmek mümkündür. Şehirlerde belirli aralıklarla yerleştirilmiş bağlantı noktaları ile kesintisiz sürekli bir bağlantı sağlanır. Bunun için genellikle saniyede 11 Mbit(1.35MB/s) hıza olanak sağlayan ve 2.4 Ghz'lik yayılma aralığına sahip 802.11b sistemi kullanılır.

Bu sistem hem fazla güç tüketmediklerinden hem 2.4 Ghz gibi birçok yerde kullanılan(modemler, oyun kumandaları vs.) standart bir yayılma aralığına sahip olduklarından ve insanlara zarar vermediği ifade edilen radyo frekansı ile haberleştiğinden şehir kullanımında tercih edilmektedir.Günümüzde adından bahsedilen yeni kablosuz ağ teknolojisi ise WiMAX'tir. Çalışma prensibi standart kablosuz ağ sistemleriyle aynıdır fakat çok güçlü mikrodalga iletimiyle sinyalleri daha uzak mesafelere taşıyabilmek mümkündür. Bu sayede birim metrekarelik alan için gereken kablosuz ağ noktası maliyeti düşmekle beraber sinyal kalitesi de arttırılmış olmaktadır.[4]

2.4.2. Kablosuz Ağa Geçmenin Yararları

Kablosuz ağların kısa ve uzun vadeli yararları şunlardır:

- **Kolaylık:** Günümüzde tüm dizüstü bilgisayarlarda ve birçok cep telefonunda, bir kablosuz LAN'ye doğrudan bağlanmak için gereken WiFi teknolojisi bulunmaktadır. Çalışanlar, kapsama alanınızdaki herhangi bir yerden ağ kaynaklarınıza güvenli bir şekilde erişebilir. Kapsama alanı genellikle sizin tesisinizdir, ancak birden fazla binayı içerecek şekilde genişletilebilir.
- **Mobilite:** Çalışanlar, masalarında olmadıklarında dahi ağınıza bağlı kalabilir. Toplantıdakiler belgelere ve uygulamalara erişebilir. Satış bölümündekiler, herhangi bir yerden ağdaki önemli bilgileri kontrol edebilir.
- **Verimlilik:** Bilgilere ve şirketinizin önemli uygulamalarına erişim, çalışanlarınızın işlerini yapmalarına yardımcı olur ve işbirliğini özendirir. Ziyaretçiler için (örneğin müşteriler, yükleniciler veya satıcılar), Internet ve iş verilerine güvenli konuk erişimi sağlanabilir.
- **Kurulum kolaylığı:** Bir yerden fiziksel olarak kablolar geçirmeniz gerekmediğinde, kurulum hem hızlı hem de düşük maliyetli olur. Kablosuz LAN'ler de ağ bağlantısını, depo veya üretim katı gibi ulaşılması zor yerlere kolayca ulaştırır.
- **Ölçeklenebilirlik:** İşle ilgili işlemlerinizi büyüdükçe, ağınıza hızla genişletmeniz gerekebilir. Kablosuz ağlar, genellikle mevcut ekipmanla genişleyebilir; bununla birlikte, kablolu bir ağ için ek kablolar gerekebilir.
- **Güvenlik:** Kablosuz ağınızın başarılı olmasında erişimin denetlenmesi ve yönetilmesi önem taşır. WiFi teknolojisindeki gelişmeler, verilerinize yalnızca izin verdiğiniz kişilerin kolayca erişmesini sağlayacak, güçlü güvenlik korumaları sağlamaktadır.
- **Maliyet:** Ofis taşınmaları, yeniden yapılandırmalar veya genişletmeler sırasında kablolama maliyetlerini ortadan kaldırdığı veya azalttığı için bir kablosuz LAN'nin işletim maliyeti daha düşüktür.[4]

2.4.3. Kablosuz Ağın Avantaj Ve Dezavantajları

Avantajları:

- 1-)Bilgi transfer hızı küçük ölçekli yerel ağlar için yeterlidir.(802.11b için 11 mbit/saniye).
- 2-)Hata giderici algoritmalar sayesinde güvenilir haberleşme sağlar.
- 3-)Şifreleme tekniği kullanarak haberleşmeleriniz gizliliğini sağlayabilirsiniz.
- 4-)Açık alanda 300 metreye kapalı alanda ise 120 metreye kadar bilgi gönderebilirsiniz.
- 5-)Kablosuz ağ erişim noktalarını mevcut ağınıza eklemek çok kolaydır.

Dezavantajları:

- 1-)Kablosuz ağ donanımları geleneksel ağ donanımlarından daha pahalıdır.
- 2-)Kurulum işlemi geleneksel ağlardan daha zordur.
- 3-)Oda duvarları sinyal kalitesinin büyük miktarda düşmesine yol açar.
- 4-)Kablosuz ağ kartı taşıyan bilgisayarların yeri değiştirildiğinde veri aktarımı hızında olumsuzluklar yaşana bilir. [4]

2.5. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti veya IOT, birbiriyle ilişkili bilgi işlem cihazları, mekanik ve dijital makineler, nesneler, hayvanlar veya benzersiz tanımlayıcılar (UID'ler) ile sağlanan insanlara ve insandan ağa gerek duymadan bir ağ üzerinden veri aktarabilen sistemlerin tümünü ifade eder.

Giderek artan bir şekilde, çeşitli endüstrilerdeki kuruluşlar daha verimli çalışmak, daha iyi müşteri hizmeti sunmak, karar vermeyi geliştirmek ve işin değerini artırmak, müşterileri daha iyi anlamak için IoT teknolojisini kullanmaktadır. [5]

İngilizcesi Internet of Things (IoT) olan Nesnelerin İnterneti ilk olarak *Kevin Ashton* tarafından 1991 yılında yapılan bir sunumda kullanılmış bir kavamdır. Nesnelerin İnterneti kol saatinden tutun, birçok elektrikli cihazın birbiri ile iletişime geçmesine denmektedir.

Örneğin; kolunuzda bir akıllı saat var. Bu akıllı saat gittiğiniz mesafeyi, attığınız adımları ve bu aktiviteleri yaparken kalbinizin nasıl attığını algılayan sensörlere sahiptir. Burada toplanan bu veriler bir istemci (bilgisayar, cep telefonu vb.) tarafından analiz edilip hayatımızı düzene koymamızda yardımcı olmaktadır. İşte bu iki cihazın arasındaki iletişim, nesnelerin internetini oluşturan en temel özelliktir.

2.5.1. Internet Of Things (IoT) Faydaları

Nesnelerin interneti, kuruluşlara aşağıdakileri yapmalarını sağlayan bir dizi avantaj sunar:

- Genel iş süreçlerini izlemek.
- Müşteri deneyimini geliştirmek.
- Zamandan ve paradan tasarruf etmek.
- Çalışan verimliliğini artırmak.
- İş modellerini entegre etmek ve uyarlamak.
- Daha iyi iş kararları vermek.
- Daha fazla gelir elde etmek.

IOT, şirketleri kendi işletmelerine, endüstrilerine ve pazarlarına yaklaşma yöntemlerini yeniden düşünmeye teşvik eder ve onlara iş stratejilerini geliştirmek için araçlar sunar. En çok lanse edilen avantajlardan biri, işletmelerin sağladığı endüstriyel internet işletmelerinin öngörücü bakımlarıdır. Bu, “makinelardaki hataları tahmin etmek için IoT sistemlerinden üretilen gerçek zamanlı verileri kullanan organizasyonları içerir”;

örneğin, meydana gelmeden önce, bir parça bozulmadan veya bir makine bozulmadan önce şirketlerin bu sorunları çözmek için harekete geçmelerini sağlar.

Diğer bir yaygın fayda, iyileştirilmiş saha servisidir. IOT teknolojileri, saha servis teknisyenlerinin, büyük sorun haline gelmeden önce müşteri ekipmanlarındaki olası sorunları tespit etmelerine yardımcı olarak, teknisyenlerin müşterileri rahatsız etmeden önce sorunları çözmelerini sağlar.

Varlık izleme başka bir IOT faydasıdır. Tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler, tedarik zinciri boyunca ürünlerin konumunu, durumunu izlemek için varlık yönetimi sistemlerini kullanabilir. Sistem, mallar zarar görürse veya zarar görme riski altındaysa, durumu düzeltmek için derhal veya önleyici önlem alma şansı vererek, paydaşlara anında uyarılar gönderir.

IOT, daha fazla müşteri memnuniyeti sağlar. Ürünler nesneler internete bağlandığında, üretici, müşterilerin ürünlerini nasıl kullandıklarına dair verileri yakalayabilir ve analiz edebilir. Üreticilerin ve ürün tasarımcılarının gelecekteki IOT cihazlarını uyarlamalarını ve daha fazla müşteri merkezli ürün yol haritaları oluşturmalarını sağlar.

IOT ayrıca tesis yönetimini de iyileştirir. İmalat ekipmanının aşınma ve yıpranmaya ve ayrıca bir fabrika içindeki belirli koşullara duyarlı olması nedeniyle, sensörler titreşimleri, sıcaklıkları ve optimal olmayan koşulların altında çalışma koşullarına yol açabilecek diğer faktörleri izleyebilir. [5]

2.5.2. Nesnelerin İnterneti ve Büyük Veri

Günümüzde Nesnelerin İnterneti küçük ev aletlerinden akıllı şehirlere kadar uzanmakta. Tabi ki burada oluşan veriler Big Data olarak karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin İnternetinde kullanılan verilerin anlamlandırılarak ve farklı verileri analiz ederek oluşturduğu büyük veri çok değerlidir.

Örneğin; herkes arabasıyla otoparkta park yeri aramıştır. Günümüzde otoparklarda kullanılan ve girişte “DOLU” veya “BOŞ” yazan tabelalar, Nesnelerin İnternetine ve oluşacak büyük veriye verilebilecek en ufak örneklerden biridir. Burada yer alan sensörler, otoparkın boşluk ve doluluk oranını algılar. Oran, günün saati ile analiz edildiğinde; otoparkın hangi saatlerde dolu veya boş olduğunu analiz etmemize yarayan bir veri oluşmaktadır. [5]

2.5.3. ThingSpeak

ThingSpeak, internet üzerinden veya bir Yerel Alan Ağı üzerinden HTTP ve MQTT protokolünü kullanarak nesnelerden veri depolamak ve almak için açık kaynaklı bir Nesnelerin İnterneti (IoT) uygulaması ve API'dir. Günlük kayıt uygulamaları, konum izleme uygulamaları ve durum güncellemelerine sahip nesneleri için kullanılan bir ağ sistemidir. [6]

2.6. Mobil Uygulama

Günümüzde neredeyse herkesin, yanından ayırmadığı akıllı cihazlara (akıllı telefon ve tablet) kodlanmış ve özel olarak tasarlanmış olan yazılımlara mobil uygulama denir. Mobil uygulamaları kullandığınız akıllı cihazların mobil işletim sistemlerine göre edinebiliyorsunuz.

Örnek olarak; Apple markasının İOS işletim sistemi ile çalışan Iphone, İpad, ipod touch gibi mobil cihazlara Apple App Store'dan, birçok farklı markanın kullandığı Android işletim sistemi ile çalışan cihazlara Google Play Store'dan mobil uygulama yükleyebilirsiniz. Ayrıca diğer mobil işletim sistemleriyle çalışan mobil cihazlar için de mobil uygulama yükleyebilmek için Windows Phone Store ve Blackberry App World gibi sanal mağazalar mevcuttur.

Mobil uygulamalar sağladıkları hizmetin kalitesine göre ve uygulama kullanıcısının isteğine göre ücretli ya da ücretsiz olarak sunulabilirler. Mobil uygulamaları ücretsiz edindiğiniz zaman, istediğiniz şekilde hiçbir ücrete tabi olmadan indirebilir ve yine istediğiniz şekilde mobil cihazınızdan kaldırabilirsiniz. Bazı mobil uygulamaları ücretsiz indirdikten sonra içerisindeki bölümleri veya özellikleri kullanabilmeniz için ücret talep edilebilir. Ücretli mobil uygulamalarda ise durum biraz farklı; ücretli uygulamayı sanal mağazadan kredi kartı kullanarak satın aldıktan sonra istediğiniz kadar kullanabilirsiniz ancak uygulamayı mobil cihazından sildikten sonra tekrar yüklemek için aynı ücreti tekrar ödemek zorundasınızdır. WhatsApp, Facebook Messenger, Fiber gibi internet üzerinden ücret ödmeden konuşma ve mesajlaşma imkanı sunan mobil uygulamalar yıllık, aylık vb. şekillerde dönemlik bir ücret talep edebilirler.

Sanal mağazalarda bulunan mobil uygulamalar, kullanıcının aradığını kolay bulabilmesi amacıyla uygulamaları kategoriler ayırmışlardır. Mobil uygulama kategorileri eğitim, eğlence, finans, fotoğraf ve video, gazete, haberler, hava durumu, kitaplar, müzikler, oyunlar, spor, tıp, iş, çocuklar gibi birçok başlık sanal mağazadaki mobil uygulama kategorilerine örnek olarak verilebilir.

Mobil cihazlar hayatımıza girdiği günden beri, uygulamalar her gün daha akıllı hale geliyor. Aynı zamanda kullanıcıların mobil cihazlarıyla geçirdikleri vakit de her geçen gün artmaya devam ediyor. Kullanıcılar mobil cihazlarda geçirdikleri vaktin önemli bir kısmını da mobil uygulamaları kullanarak geçiriyor. Yapılan araştırmalara göre kullanıcılar mobil cihazlarında geçirdikleri vaktin ortalama %70'ini mobil uygulamaları kullanmak için ayırıyor. Mobil uygulamaların web sitelerinden daha hızlı ve kolay kullanıma sahip olması kullanıcıları mobil uygulama kullanmayı cazip hale getiriyor. [7]

2.7. Endüstride Kullanılan Enerji Takip Sistemleri

2.7.1. SmartPower Enerji Takip Sistemi

SmartPower Enerji Yönetim Sistemi, işletmelerin enerji verimliliği için geliştirilmiş web tabanlı bir sistemdir. Modüler yapısı sayesinde, farklı verimlilik

uygulamalarını ayrı ayrı veya bir bütün olarak yapılabilir. Böylece, işletmelerdeki elektrik,su, doğal gaz tüketimi ve kontrolü işletmeye özel bir şekilde sağlanır.

Sistem web tabanlıdır. İnternet erişimi olan herhangi bir cihazdan sisteme giriş yapılabilir. Herhangi bir yazılım kurulumuna ihtiyaç yoktur. Sistemdeki bütün veriler güvenli bir şekilde server bilgisayarlarda depolanır ve düzenli olarak yedeklenir. Modüler yapısı (Şekil 2.10) sayesinde, ilerleyen süreçlerde farklı enerji tüketimleri de sisteme entegre edilebilir

Cihazlara uzaktan komut gönderme: Trafo testi, kademe testi, kademe durumu, trafo durumu, anlık akım/gerilim bilgisi, anlık endeks okuma gibi cihazın desteklediği tüm özellikler uzaktan komut ile kontrol edilebilir.

Kademe Karşılaştırma: Reaktif güç kontrol rölesinden farklı zamanlarda okunan kademe değerlerini karşılaştırıp kademelerdeki problemlerin tespiti yapılabilir. Cihazlardan alınan tüm endeks verileri tarih filtresi kullanılarak raporlanabilir. Excel formatında dışa aktarılabilir.

Tüketim Raporu: Saatlik, günlük ve aylık tüketimler hem grafik hem de tablo formatında raporlanabilir. PDF ve Excel formatlarında dışa aktarılabilir. [8]

Desteklenen röleler:

- Grup ArGe tarafından üretilen tüm röleler
- Entes RG3 12CS, Entes RG3 15CS, Entes RGA 20S, Entes RGSR 15S
- Gepa RQ-30H
- Kael VARkombi-12-PC-TFT, Kael VARkombi-18-PC-TFT

Desteklenen analizörler

- Grup Arge tarafından üretilen tüm analizörler
- Schneider PM710, Schneider ION7650
- Siemens SENTRON PAC3100, Siemens SENTRON PAC4200

■ Entes EPM-04CS, Entes EPR-04S-96, Entes MPR-46S, Entes MPR-53S, Entes MPR-60S, Entes MPR-63, Entes ES-32LS

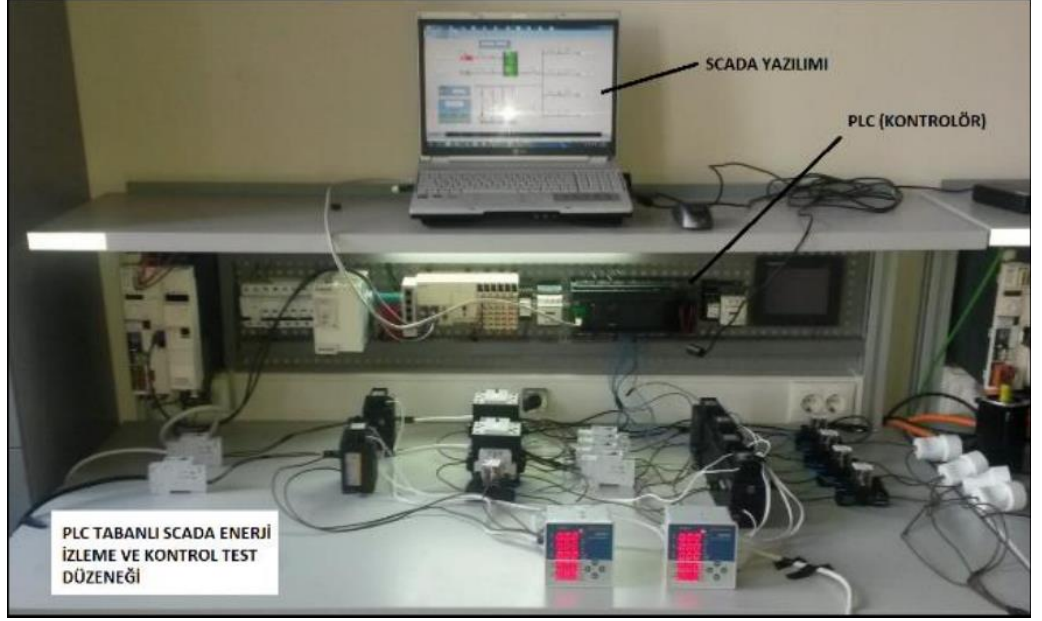


Şekil 2.10: Multimetre ve Haberleşme Modülü

2.7.2. PLC destekli SCADA ile Enerji Yönetimi

Bu çalışmada tek merkezden SCADA ve PLC sistemi ile izleme-raporlama, enerji yönetimi ve enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak elektrikli aletlerin kullanımının çok hızlı biçimde artması hem şebeke parametrelerini ciddi biçimde bozmakta hem de enerji tüketimini hızla artırmaktadır. Bu değişim enerji kalitesi ve enerji verimliliğinin önemini gittikçe artırmaktadır. Bundan dolayı enerji yazılımları da gün geçtikçe daha elzem hale gelmektedir. Özellikle sanayi bölgelerinde, sağlık merkezlerinde, büyük alışveriş merkezlerinde yaygın olarak kullanılmakta olan enerji yazılımları genel itibariyle şebekedeki parametreleri takip etmek ve arşivlemek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda,

bir tesisin sadece elektrik enerji parametrelerini izleme ve raporlama değil aynı zamanda enerji yönetimi sağlamak, arıza tespiti, maliyet ve tüm sistemlerin verimli çalışması için önemlidir. Aynı zamanda tesislerdeki enerji tüketimini azaltmak için SCADA yazılımında rapor sayfaları oluşturarak tasarruf stratejileri oluşturmak maliyet ve şebeke kararlılığı açısından katkı sağlayabilir. Deney düzeneği Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



Şekil 2.11: PLC destekli deney düzeneği

Otomasyon sistemi, jeneratör transferini ve kompanzasyon sistemini kontrol edecek şekilde tasarlanmıştır. Transfer, şebeke enerjisi kesildiğinde jeneratörün paralel bağlanma şartları yerine geldiğinde sisteme bağlanması şeklinde sağlanıyor. Daha sonra ise yükler öncelik sırasıyla belirli bir öncelik algoritmasına göre en hızlı şekilde devreye alınabiliyor. Yüklerin devreye girmesi enerji kesildiği andaki son tüketim değerleri ve jeneratörün kapasitesi için eşik değer baz alınarak sağlanmaktadır. [9]

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MALZEMELER

Bu bölümde projeyi gerçeklerken kullanacağınız malzemeler ve kullanımları hakkında bilgiler vereceğiz.

3.1.1. ARDUİNO

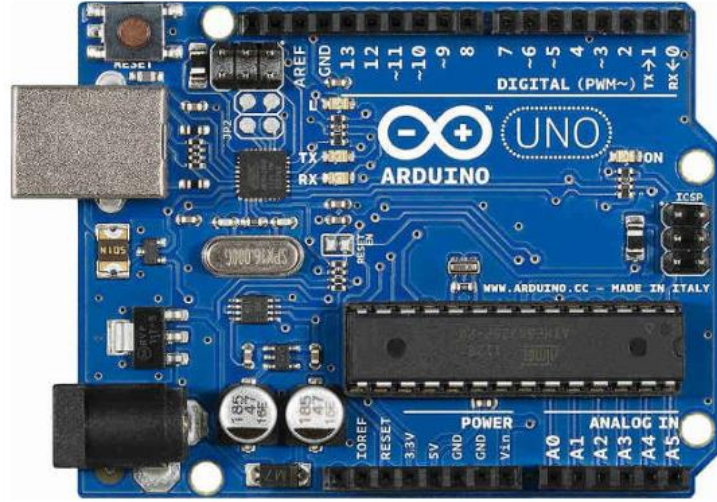
Arduino içinde hazır olarak mikrodnetleyici, giriş-çıkış pinleri, osilatör vb. elektronik bileşenleri barındıran fiziksel dünyayı algılayan ve kontrol edebilmek için kullanabileceğiniz basit bir bilgisayardır. Basit bir mikroişlemci ve yazılım için bir geliştirme ortamına sahip basit bir fiziksel hesaplama platformudur. Bu geliştirme platformunun içinde değişik Arduino kartlar, birçok farklı işlem yapmaya yarayan eklentiler ve program yazmaya yarayan Arduino IDE bulunur. Arduino üzerinde kullanılan eklentilerde değişik şekillerde üretilmektedir. Açık kaynak olmasıyla, çok farklı amaçlar için farklı eklentiler üretilerek tasarlanmaktadır. Bu eklentiler ve Arduino yapısıyla lehim, mikrodnetleyici devre kurulumu gibi çalışmalar yapılmayarak zamandan kazanılmaktadır. Böylelikle projelerimize daha hızlı bir şekilde prototipleyerek hayata geçirebiliriz. [10]

3.1.1.1. ARDUİNO UNO

Arduino UNO, 2010 yılında insanların kullanımına sunulan, ATmega328 mikrodnetleyicisini kullanan bu alanda en çok kullanılan Arduino kartlarından birisidir. 7-12V arasında çalışan bu platform, 14 adet dijital giriş-çıkış pinlerine sahiptir. Bunlardan 6 tanesini de PWM için kullanabilirsiniz. Arduino UNO'nun 14 pini bulunmaktadır.[11]

Özellikleri:

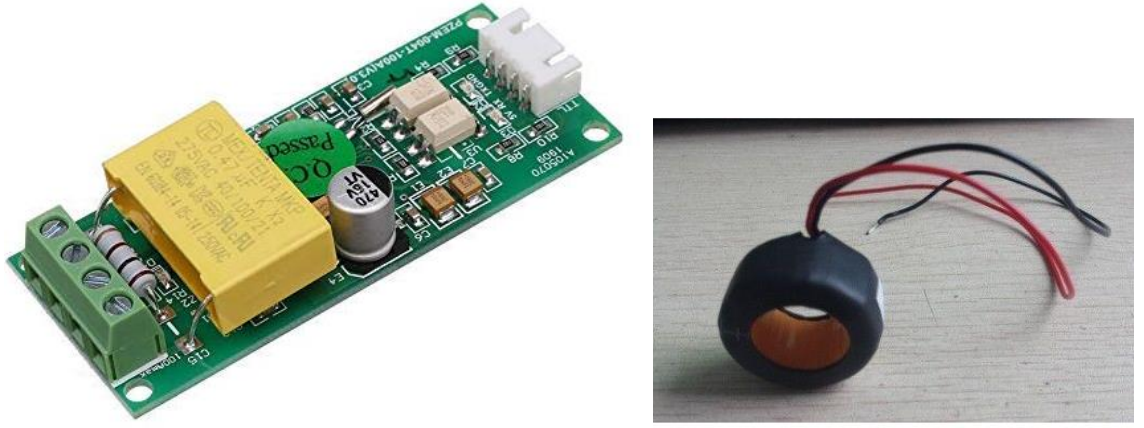
- Mikrodenetleyici: ATmega328
- Besleme Voltajı: 7-12V
- Çalışma Voltajı: 5V
- Pinlerdeki Akım: 40mA(5V), 50mA(3.3V)
- FLASH: 32 KB
- SRAM: 1 KB
- EEPROM: 1 KB
- Çalışma Saat Hızı: 16MHz
- İletişimi de USB üzerinden sağlayabilmektedir.



Şekil 3.1: Arduino uno

3.1.2. PZEM-004T Ölçüm Modülü

PZEM-004T gerilim, akım, güç, frekans, enerji ve güç faktörlerini ölçen bir elektronik modüldür. Bu işlevlerin / özelliklerin eksiksizliği ile PZEM-004T modülü, ev veya bina gibi bir elektrik şebekesindeki gücü ölçmek için bir proje veya deney olarak kullanım için idealdir. TTL serial data haberleşmesi ile haberleşme sağlanabilmektedir.



Şekil 3.2: Güç ölçüm modülü ve akım transformatörü

PZEM-004T modülü Peacefair adlı bir şirket tarafından üretilmiştir, 10 Amper ve 100 Amper modelleri vardır. PZEM-004T v3.0 100A modeli ayrıca bir akım transformatörü kullanır. [12]

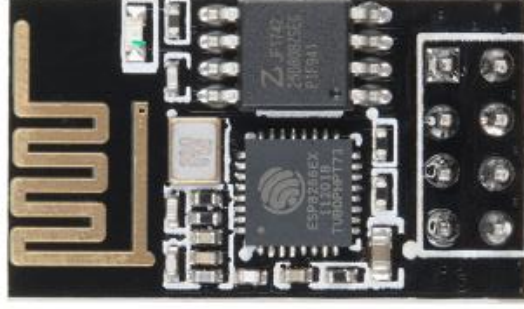
Fonksiyon	Ölçüm Aralığı	Çözünürlük	Doğruluk
Gerilim	80-260V	0,1V	0,5%
Akım	0-100A	0,002A	0,5%
Aktif Güç	0-23kW	0,1W	0,5%
Aktif Enerji	0-9999,9kWh	1Wh	0,5%
Frekans	45-65Hz	0,1Hz	0,5%
Güç Faktörü	0,00-1,00	0,01	1%

Tablo 3.1. PZEM-004T Teknik özellik tablosu

3.1.3. ESP-8266 Wifi Modülü

ESP8266 WiFi Modülü, herhangi bir mikro denetleyicinin WiFi ağına erişmesini sağlayan entegre TCP / IP protokol yığınınına sahip bağımsız bir SOC'dir. ESP8266, bir uygulamayı barındırabilir veya tüm Wi-Fi ağ işlevlerini başka bir uygulama işlemcisinden boşaltabilir. Her ESP8266 modülü, AT komut seti ürün

yazılımı ile önceden programlanmış olarak gelir, yani, bunu Arduino cihazınıza bağlayabilir ve bir WiFi Shield'ın sunduğu kadar WiFi yeteneği elde edebilirsiniz. ESP8266 modülü, devasa ve sürekli büyüyen bir topluluğa sahip son derece uygun maliyetli bir karttır.



Şekil 3.3: Esp8266 Wi-fi Modülü

Bu modül, çalışma sırasında minimum geliştirme ve minimum yükleme ile GPIO'ları aracılığıyla sensörler ve diğer uygulamaya özgü cihazlarla entegre edilmesini sağlayan yeterince güçlü bir işleme ve depolama kapasitesine sahiptir. Yüksek derecede çip üzerinde entegrasyonu, ön uç modülü de dahil olmak üzere minimum harici devre sağlar, minimum PCB alanını kaplayacak şekilde tasarlanmıştır. ESP8266, VoIP uygulamaları ve Bluetooth eş-varlık arayüzleri için APSD'yi destekler, tüm çalışma koşullarında çalışmasını sağlayan kendinden kalibre edilmiş bir RF içerir ve harici RF parçaları gerektirmez.

Özellikleri:

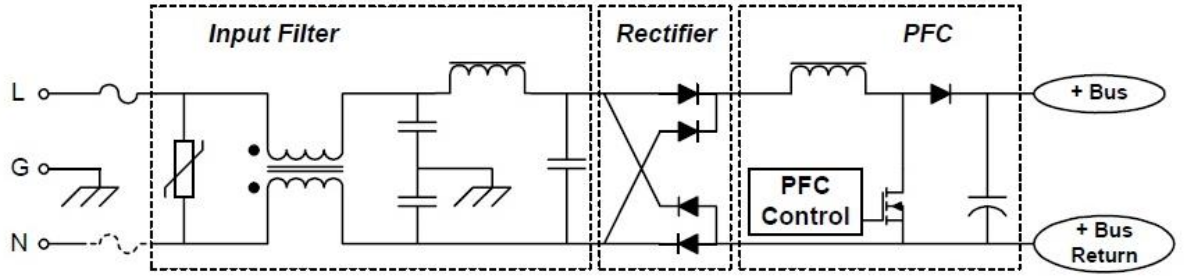
- 32-bit RISC İşlemci : Tensilica Xtensa LX106 80 MHz*
- 64 KiB komut, 96 KiB veri belleği
- Harici QSPI flash bellek 512 KB-4 MiB* (16 MiB a kadar desteklenmektedir)
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi

- Entegre TR anahtarı, balun, LNA, güç amplifikatörü ve eşleşen bir ağ
- WEP veya WPA/WPA2 kimlik doğrulama veya açık ağlar
- Seri Çevresel Bağlantı (SPI), Çipler Arası Bağlantı (I²C),
- Evrensel Asenkron Alıcı/Verici (UART) için dedike pin, ek olarak GPIO2 ile iletici bağlantı [13]

3.1.4. 220V AC to 12V DC Dönüştürücü

Elektrik gücü, bir doğru akım (DC) veya bir alternatif akım (AC) olarak teller üzerinde taşınır. AC, güç taşımada baskın bir yöntemdir, çünkü trafo icadı sayesinde daha düşük dağıtım maliyetleri ve voltaj seviyeleri arasında basit dönüştürme yöntemi de dahil olmak üzere DC'ye göre çeşitli avantajlar sunar. Uzun mesafelerde yüksek voltajda gönderilen ve daha sonra daha düşük bir voltaja dönüştürülen AC gücü, evlerde daha verimli ve daha güvenli bir güç kaynağıdır. Konuma bağlı olarak, yüksek voltaj 4kV (kilo-volt) ile 765kV arasında değişebilir. Bir hatırlatma olarak, evlerde AC şebeke, dünyanın hangi bölgesinde yaşadığınıza bağlı olarak 110V ila 250V arasında değişir. Türkiye'de tipik AC ana hattı 220V'dur.

Dönüştürücüler, voltajı da değiştiği için alternatif bir akımı, depolandığı ve entegre edildiği indüktörler (L) ve kapasitörler (C) gibi reaktif empedans elemanlarına yönlendirir. Bu süreç, pozitif ve negatif potansiyellerle ilişkili gücü ayırır. Filtreler, depolanan enerjiyi yumuşatmak için kullanılır ve bu da diğer devreler için bir DC kaynağı yaratır. Bu devre birçok şekilde olabilir, fakat her zaman aynı temel elemanlardan oluşur ve bir veya daha fazla dönüşüm aşamasına sahip olabilir. Şekil 3.4'de gösterilen dönüştürücüye, biraz daha basit bir mimariden daha yüksek bir verim olan bir "ileri dönüştürücü" denir; bir "geri dönüş dönüştürücüsü". Ayrıntılı olarak tartışılmasa da, bir geri dönüş dönüştürücüsü, bir işlemin devrede transformatörün hava boşluğunda depolanan enerjiye bağlı olması nedeniyle ileri bir dönüştürücüden farklıdır. Bu farkın dışında, aynı temel blokları kullanabilirler. [14]



Şekil 3.4: Dönüştürücü Devre Şeması

3.2. Kullanılan Yazılımlar

3.2.1. JavaScript

JavaScript, yaygın olarak web tarayıcılarında kullanılmakta olan bir betik dilidir. JavaScript ile yazılan istemci tarafı betikler sayesinde tarayıcının kullanıcıyla etkileşimde bulunması, tarayıcının kontrol edilmesi, asenkron bir şekilde sunucu ile iletişime geçilmesi ve web sayfası içeriğinin değiştirilmesi gibi işlevler sağlanır. JavaScript, Node.js gibi platformlar sayesinde sunucu tarafında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

İlk olarak bir Netscape çalışanı olan Brendan Eich tarafından geliştirilen ve 1997 yılından beri bir ECMA standardı olan JavaScript, günümüzde Mozilla Vakfı öncülüğünde özgür yazılım topluluğu tarafından geliştirilmekte ve bakımı yapılmaktadır.

Web sayfalarının görünümünün mükemmelleştirilmesi, işlevselliğinin artırılması ve dinamik web sayfaları tasarlanması amacıyla JavaScript, HTML kodu içinde gömülü olarak (embedded) kullanılabilir. JavaScript, bir programlama dili disiplini ve özelliklerine sahiptir.

Aralarında isim benzerliği olmasına rağmen, Java ile JavaScript arasında teknik olarak çok önemli farklılıklar mevcuttur. [15]

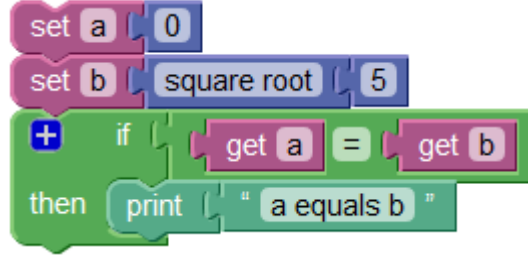
Aşağıdaki tabloda bu farklılıklar vurgulanmaktadır:

JavaScript	Java
İstemci (client) tarafından (örn. web tarayıcı) yorumlanır (derlenmez).	Derlenmiş bytecode denilen program istemcide çalıştırılır.
Nesneye dayalı bir dildir. Nesne tipleri arasında farklılık yoktur. Herhangi bir nesneye yeni özellik ve metotlar dinamik olarak eklenir. Nesneye yönelik teorinin miras alma (inheritance) özelliği prototip mekanizmasıyla gerçekleştirilir.	Nesneye yönelik bir dildir. Nesneler çeşitli sınıflara ayrılmıştır ve miras alma mekanizması, sınıf hiyerarşisi sayesinde gerçekleştirilir. Sınıf ve sınıf örneklerine özellik ve metotlar dinamik olarak eklenemez.
Değişken veri tip bildirimi mekanizması yoktur.	Değişken tip bildirimi zorunludur.
Dinamik bağlama mekanizması kullanılır yani nesneye verilen referanslar çalışma zamanında (run time) kontrol edilir.	Statik bağlama mekanizması kullanılır yani nesne referansları derleme zamanında (compile time) kontrol edilir.

Tablo 3.2: JavaScript ve Java arasındaki farklar

3.2.2. Blockly

Blockly, blok tabanlı görsel programlama dilleri (VPL) ve editörler oluşturmak için JavaScript programlama dili için bir istemci tarafı kütüphanesidir. Google'ın bir projesidir ve Apache Lisansı 2.0 altında yayınlanan ücretsiz ve açık kaynaklı bir yazılımdır. Genellikle bir web tarayıcısında çalışır ve görsel olarak Scratch diline benzer. Blockly, Android ve iOS mobil işletim sistemleri için de uygulanıyor, ancak bunlar için tüm web tarayıcı tabanlı özellikler mevcut değildir. [16]



Şekil 3.5: Blockly blok kodlama örneği

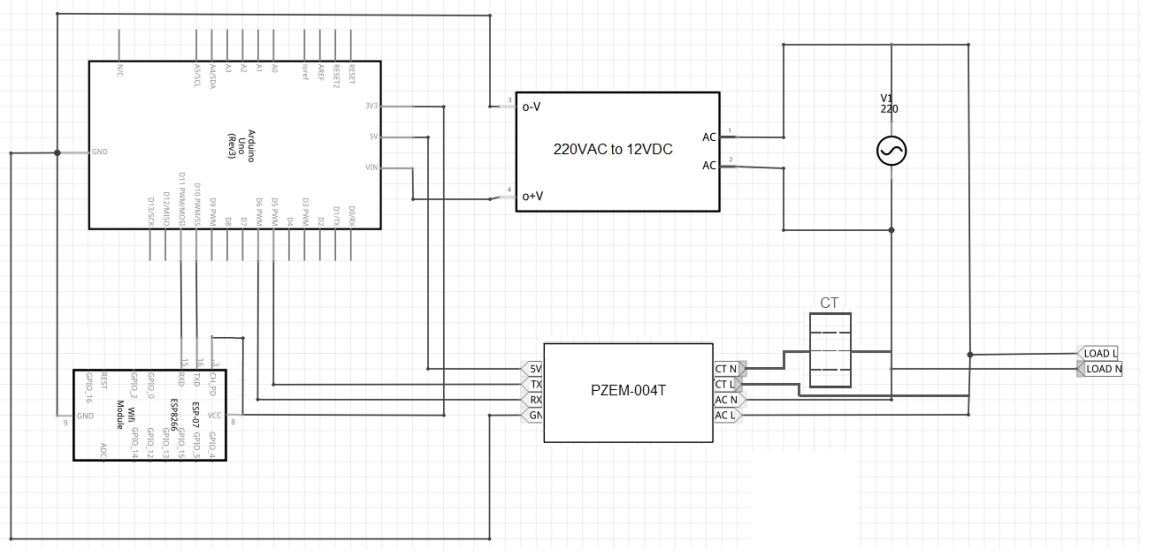
Blockly, yazma kodunu kolaylaştırmak için birbirine bağlanan görsel blokları kullanır ve JavaScript, Lua, Dart, Python veya PHP'de kod oluşturabilir. Ayrıca herhangi bir metin programlama dilinde kod üretmek için özelleştirilebilir.

Blockly, yaygın işlemler için bir dizi görsel blok içerir ve daha fazla blok ekleyerek özelleştirilebilir. Yeni bloklar bir blok tanımı ve bir jeneratör gerektirir. Tanım, bloğun görünümünü (kullanıcı arayüzü) ve jeneratör bloğun yürütülebilir koda çevirisini açıklar. Tanımlar ve üreteçler, JavaScript'te veya mevcut bloklar kullanılarak yeni blokların tanımlanmasına izin veren görsel bir blok kümesi olan Block Factory kullanılarak yazılabilir; amaç yeni bloklar oluşturmayı kolaylaştırmaktır.[17]

4.SONUÇ

4.1. Sistem Tasarımının Sonuçlandırılması ve Bağlantıların Yapılması

Sistem tasarımına kullanılacak devrelerin sağlamlık kontrolü ile başlandı. Kullanılacak mikrodenetleyici olan Arduino Uno bilgisayara bağlanarak 9600 baud rate ve 115200 baud rate ile haberleşme yapabildiği kontrol edildi. Daha sonra gerilim, akım, frekans vb. parametrelerin ölçümünü yapacak olan PZEM-004T modülü TTL to USB adaptör kullanarak bilgisayara bağlandı ve 115200 baudrate ile haberleşme yapabildiği kontrol edildi. ESP-8266 Wi-Fi modülünün sağlamlık kontrolünü yapmak amacıyla mikrodenetleyiciyle bağlantıları yapıldı örnek kod ile 9600 baud rate’de “AT” komutu yollanınca “OK” komutunun geri döndüğü kontrol edildi. 12V adaptörün çıkışı da multimetre ile ölçülüp sabit 12V çıkış verdiği gözlemlendikten sonra bağlantıların yapılmasına başlandı. Öncelikli olarak 220V hattına paralel olacak şekilde 2 farklı çıkış alındı. Bu çıkışlardan biri 12V dönüştürücüye diğeri de güç ölçüm modülünün girişine bağlandı. Güç ölçüm modülünün nötr girişine akım transformatörü bağlandı. Akım transformatörünün bağlantıları da güç ölçüm modülüne yapıldı. Daha sonra güç ölçüm modülünün mikrodenetleyiciyle haberleşmesini sağlayacak TTL bağlantıları yapıldı. Cihazın internetle bağlantısını gerçekleştirecek olan ESP8266 Wi-Fi modülünün güç ve veri bağlantıları yapıldı. Son olarak mikrodenetleyicinin güç bağlantıları yapıldı. Devre şeması Şekil 4.1’deki gibidir.

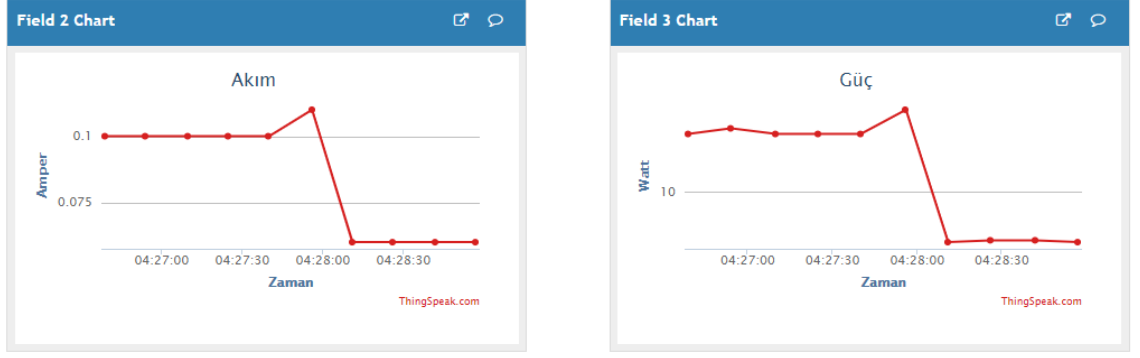


Şekil 4.1: Sistem Devre Şeması

4.2. Mikrodenetleyici Yazılımı ve Verilerin İnternet Ortamına Aktarılması

Sistemin bağlantıları tamamlandıktan sonra ölçülen verinin işlenip internet ortamında aktarılması için gerekli yazılım Arduino IDE üzerinden C++ dili ile yazılmaya başlandı. İlk olarak gerekli kütüphaneler koda dahil edildi. Bağlanılacak ağın SSID ve ağ şifresi tanımlandı. Bağlantıda kullanılan pinler tanımlandı. Verilerin aktarılacağı serverin IP adresi tanımlandı. Mikrodenetleyicinin wi-fi modülü ve güç ölçüm modülüyle ortak çalışabilmesi için ortak baud rate belirlendi ve tanımlandı. Kodun setup kısmında haberleşmenin her adımı için ayrı ayrı hata mesajları tanımlandı. Sürekli olarak tekrar edecek olan kodun işleyiş kısmında ölçülecek verilerin varlığı kontrol edilip server'a gönderilmesi sağlanacak kod yazılarak tamamlandı.

Verilerin gönderildiği sunucu olan ThingSpeak sunucu ayarlarından her field için ayrı veri alanları ayrılarak grafiklendirildi. Her değer için grafik ayarları yapılarak sadece son 10 değerın gösterilmesi sağlandı(Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Sunucudaki verilerin grafik gösterimi

4.3. Verilerin Mobil Uygulamaya Aktarılması ve Arayüz Tasarımı

Sunucudaki verilerin kullanıcıya daha kolay bir şekilde ve istediği yerden ulaşabilmesi amacıyla mobil uygulama geliştirmeye karar verildi. Geliştirilecek uygulamanın geliştirme aşamasında gerçek zamanlı olarak telefon üzerinden takip edilmesine olanak sağlayan MIT app inventer web-ide kullanılmaya karar verildi. Javascript dilinde görsel programlamayı kolaylaştırmak amacıyla Google tarafından geliştirilen Blockly kütüphanesi kullanıldı. Uygulamayı geliştirirken ilk ekranda kullanıcının en sık kullanacağı bilgiler yer alacak şekilde geliştirildi. Son alınan veri tarih ve saat şeklinde ana ekrana eklendi. Alarmlar bölümü eklenerek kullanıcının belirlediği aralık dışına çıkan veri olduğunda uyarılması sağlandı. Ayrı bir ekran eklenerek verilerin grafiklerine ulaşması sağlandı. Uygulama arayüzü Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Uygulama arayüzü

4.4. Maliyet Hesabı

ELEMAN	ADET	FİYAT
PZEM-004T v3.0 Güç Ölçüm Modülü	1	62,4 TL
ESP8266-01 Wi-Fi Modülü	1	17,2 TL
Arduino Uno	1	24 TL
12V Adaptör	1	20 TL
HH-8282 Elektronik Cihaz Kutusu	1	12,7 TL
Bağlantı Araçları	-	10 TL
Toplam:		146,3 TL

Tablo 4.1: Maliyet hesap tablosu

5.TARTIŞMA

5.1. Karşılaşılan Sorunlar ve Olası Çözümler

Bu sistemi tasarlariken ve tasarladıktan sonra karşılaştığım problemlerden ilki verinin uygulamaya gönderilme sıklığı oldu. Kullandığım sunucu sağlayıcısı olan ThingSpeak veri gönderme sıklığını standart 15 saniyede 1 veri olarak ayarlamış. Öğrenci lisansı ile daha sık veri gönderme olanağı olmadığı için cihazdan yollanılan veri uygulamaya 15 saniye gecikmeli olarak yansımaktadır. Bu soruna çözüm sunmak gerekirse daha iyi bir sunucu kullanımı gecikme miktarını minimuma indirecektir.

Karşılaştığım bir diğer sorun ise wi-fi modülü üzerinden mikrodnetleyiciye veri yazdırılması sırasında ortaya çıkan stabilite sorunları oldu. Sadece tek yönlü veri gönderme işlemi yapılırken stabil ve uzun süre çalışabilen wi-fi modülü aynı anda hem gönderim hem alım moduna geçtiğinde stabilite sorunları oluşmaktadır. Kablosuz ağ değiştirme için gerekli olan veri yazdırma işlemi başladığında wi-fi modülü bağlantı sorunları yaşamakta ve sistem yeniden başlatılana kadar düzelmemektedir. Bu soruna çözüm olarak üst model bir ESP wi-fi modülü kullanmak ya da farklı bir üreticiden bir modül kullanmak sorunu çözebilir.

6.EKLER

Ek1 Mikrodenetleyici kodu

```
#include <SoftwareSerial.h>

#include <PZEM004Tv30.h>

String agAdi = "*****";

String agSifresi = "*****";

int rxPin = 10;

int txPin = 11;

PZEM004Tv30 pzem(5,6);

String ip = "184.106.153.149";

SoftwareSerial esp(rxPin, txPin);

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("Started");

  esp.begin(115200);

  esp.println("AT");

  Serial.println("AT Yollandı");

  while(!esp.find("OK")){

    esp.println("AT");

    Serial.println("ESP8266 Bulunamadı.");

  }

  Serial.println("OK Komutu Alındı");

  esp.println("AT+CWMODE=1");
```

```

while(!esp.find("OK")){

    esp.println("AT+CWMODE=1");

    Serial.println("Ayar Yapılıyor....");

}

Serial.println("Client olarak ayarlandı");

Serial.println("Aga Baglaniliyor...");

esp.println("AT+CWJAP=\""+agAdi+"\", \""+agSifresi+"\"");

while(!esp.find("OK"));

Serial.println("Aga Baglandi.");

delay(1000);

}

void loop() {

float voltage = pzem.voltage();

    if( !isnan(voltage) ){

        Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V");

    } else {

        Serial.println("Error reading voltage");

    }

float current = pzem.current();

    if( !isnan(current) ){

        Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A");

    } else {

        Serial.println("Error reading current" }

```

```

float power = pzem.power();

if( !isnan(power) ){

    Serial.print("Power: "); Serial.print(power); Serial.println("W");

} else {

    Serial.println("Error reading power");

}

float energy = pzem.energy();

if( !isnan(energy) ){

    Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy,3); Serial.println("kWh");

} else {

    Serial.println("Error reading energy");

}

float frequency = pzem.frequency();

if( !isnan(frequency) ){

    Serial.print("Frequency: "); Serial.print(frequency, 1); Serial.println("Hz");

} else {

    Serial.println("Error reading frequency");

}

float pf = pzem.pf();

if( !isnan(pf) ){

    Serial.print("PF: "); Serial.println(pf);

} else {

    Serial.println("Error reading power factor");

```

```

    }

    float enerji = energy * 1000

    float cost = 0.71 * enerji;

    esp.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \""+ip+"\",80");

    if(esp.find("Error")){

        Serial.println("AT+CIPSTART Error");

    }

    String veri = "GET
https://api.thingspeak.com/update?api_key=OQ2HLD8JXJAE6ZF1";

    veri += "&field1=";

    veri += String(voltage);

    veri += "&field2=";

    veri += String(current);

    veri += "&field3=";

    veri += String(power);

    veri += "&field4=";

    veri += String(energy);

    veri += "&field5=";

    veri += String(frequency);

    veri += "&field6=";

    veri += String(pf);

    veri += "&field7=";

    veri += String(cost);

    veri += "\r\n\r\n";

```

```

esp.print("AT+CIPSEND=");

esp.println(veri.length()+2);

delay(2000);

if(esp.find(">")){

esp.print(veri);

Serial.println(veri);

Serial.println("Veri gonderildi.");

delay(1000);

}

esp.print(veri);

Serial.println("Baglantı Kapatildi.");

esp.println("AT+CIPCLOSE");

delay(1000);

}

```

Ek2 Mobil Uygulama Blok Kodları

initialize global saat to 0	initialize global energy to 0
initialize global zaman to 0	initialize global powerf to 0
initialize global statusAct1 to 0	initialize global tuketim to 0
initialize global statusAct2 to 0	initialize global saatdevam to 0
initialize global gerilim to 0	initialize global tarih to 0
initialize global power to 0	initialize global minger to 200
initialize global akim to 0	initialize global maxger to 250
	initialize global maxakim to 15

```
initialize global arduinoStatusChannelURL_prefix to " https://api.thingspeak.com/channels/936314/feeds..."
```

```
initialize global arduinoStatusChannelReadKey to " OQ2HLD8JXJAE6ZF1 "
```

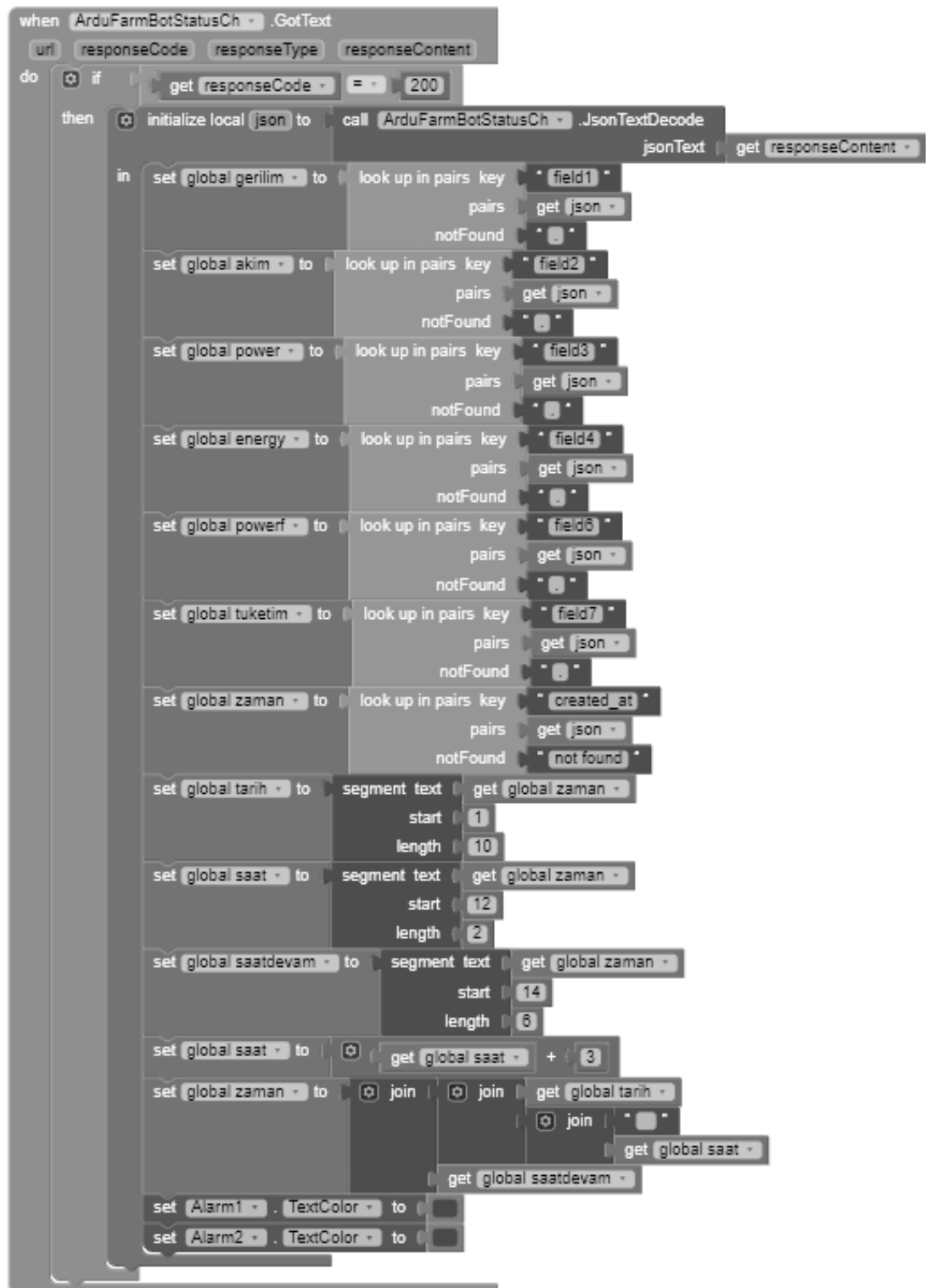
```
initialize global arduinoStatusChannelURL_sufix to " &status=true "
```

```
when Clock1.Timer
do
  call readArduino
  set AirTemp.Text to get global gerilim
  set AirHum.Text to get global power
  set SoilTemp.Text to get global akim
  set SoilHum.Text to get global energy
  set Light.Text to get global powerf
  set Spare.Text to get global tuketim
  set Label28.Text to get global zaman
  call Alarm
```

```
to readArduino
do
  set ArduFarmBotStatusCh.Url to join
    get global arduinoStatusChannelURL_prefix
    get global arduinoStatusChannelReadKey
    get global arduinoStatusChannelURL_sufix
  call ArduFarmBotStatusCh.Get
```

```
when Button1.Click
do
  open another screen screenName " Screen1 "
```

```
when Spinner1.AfterSelecting
  selection
do
  if get selection = " Gerilim "
  then call WebView1.GoToUrl
    url " https://thingspeak.com/channels/936314/charts/1?... "
  if get selection = " Akım "
  then call WebView1.GoToUrl
    url " https://thingspeak.com/channels/936314/charts/2?... "
  if get selection = " Güç "
  then call WebView1.GoToUrl
    url " https://thingspeak.com/channels/936314/charts/3?... "
  if get selection = " Tüketim "
  then call WebView1.GoToUrl
    url " https://thingspeak.com/channels/936314/charts/7?... "
```



7.KAYNAKLAR

- [1] URL http://websitem.karatekin.edu.tr/user_files/mkarayel/files/elektrik-ve-elektronik-olcme-tekni%C4%9Fi-ders-notu.pdf
- [2] URL http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/%C3%96l%C3%A7%C3%BC%20Transformat%C3%B6rleri.pdf
- [3] URL <http://3fazmuhendislik.com/guc-faktoru-nedir/>
- [4] URL <https://gamzenayir.wordpress.com/>
- [5] URL <https://proente.com/nesnelerin-interneti-nedir/>
- [6] URL <https://en.wikipedia.org/wiki/ThingSpeak>
- [7] URL <https://www.digitexa.com/blog/mobil/mobil-uygulama-nedir>
- [8] URL <http://gruparge.com/smartpower.html>
- [9] Üstünsoy F. ve Sayan H.H., “PLC destekli SCADA ile enerji yönetimi için örnek laboratuvar çalışması”, Politeknik Dergisi, 21(4): 1007-1014, (2018)
- [10] URL teknolojiprojeleri.com/arduino
- [11] URL <https://teknolojiprojeleri.com/arduino/arduino-nedir-ne-ise-yarar>
- [12] URL <https://www.innovatorsguru.com/pzem-004t-v3/>
- [13] URL <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>
- [14] URL <https://www.electronics-tutorials.ws/connectivity/ac-dc-converters.html>
- [15] URL <https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/web-programlama/egitim/301-javascript/javascript-nedir>
- [16] URL <https://www.wired.com/2012/06/google-blockly/>
- [17] URL <http://www.nbcbayarea.com/blogs/press-here/Googles-Blockly-Teaches-You-to-Create-Apps-158935465.html>

8. ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Gökhan AKGÖZ

1996 yılında Bursa’da doğmuştur. 2002 senesinde Karacabey Atatürk İlköğretim Okulu’nda ilk öğrenimine başlamıştır. 2010 senesinde Karacabey Anadolu Lisesinde öğrenimine devam etmiştir. 80 not ortalamasıyla liseden mezun oldu. 2014 senesinde Bursa Uludağ Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde eğitime devam etmeye hak kazandı. Eğitim hayatına Bursa Uludağ Üniversitesi’nde devam etmektedir.